

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITE DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international

03 JAN 2005

(43) Date de la publication internationale
15 janvier 2004 (15.01.2004)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2004/004605 A1(51) Classification internationale des brevets⁷ : A61F 2/16

(74) Mandataire : SAUVAGE, Renée; Cabinet Sauvage, 65, boulevard Soult, F-75012 Paris (FR).

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/FR2003/001333

(22) Date de dépôt international : 29 avril 2003 (29.04.2003)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
02/08248 2 juillet 2002 (02.07.2002) FR

(71) Déposant et

(72) Inventeur : MICHEL, François [FR/FR]; 3, place des Arts, F-74200 Thonon Les Bains (FR).

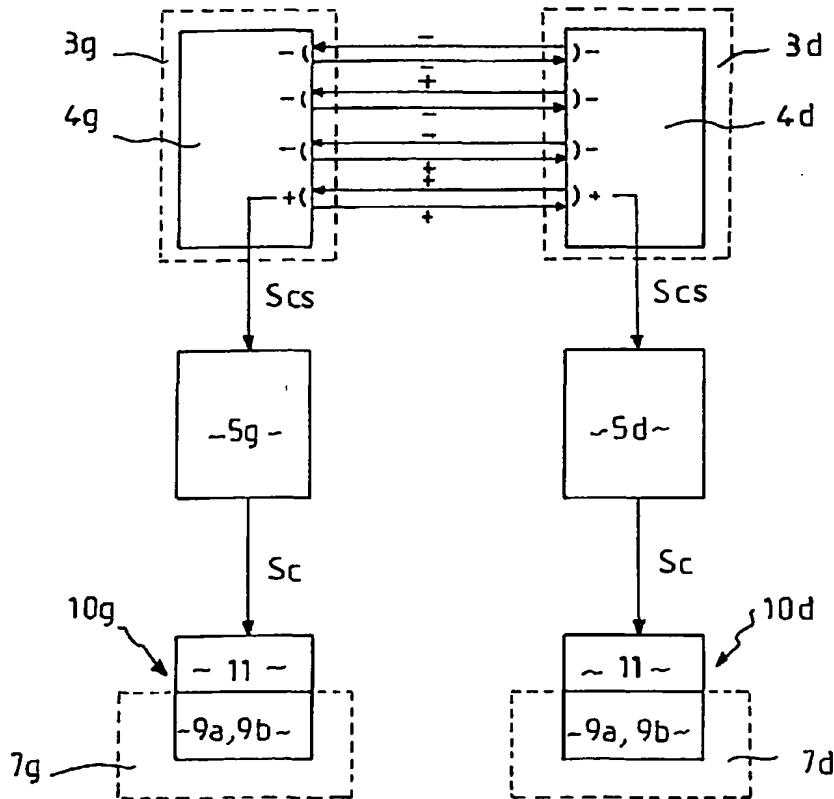
(81) États désignés (national) : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (régional) : brevet ARIPO (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), brevet eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: PSEUDOACCOMMODATIVE EQUIPMENT IMPLANTED FOR PRESBYOPIA CORRECTION

(54) Titre : EQUIPEMENT PSEUDO-ACCOMMODATIF IMPLANTE POUR LA CORRECTION DE LA PRESBYTIE



(57) Abstract: The invention concerns an equipment comprising two intraocular implants whereof the optic part (7g, d) is provided, proximate its free end, with an actuating means (10g, d) for varying the length of said edge in response to a control signal (Sc); two pressure sensors (4d, 4g) located between the eye balls and the insertion point either of the external rectus muscles or of the internal rectus muscles, for measuring each a pressure and transforming it into a pressure signal; a comparator for comparing said pressure signals and, if they fulfil a predetermined condition, in sending a condition fulfillment signal (Scs) to a relay (5d, 5g) each associated with one implant; and two such relays (5d, 5g) for sending, on reception of said signal (Scs), a control signal (Sc) to the actuating means (10) of its associated implant.

WO 2004/004605 A1

[Suite sur la page suivante]



FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

Publiée :

— avec rapport de recherche internationale

(57) Abrégé : L'équipement comprend deux implants intraoculaires dont la partie optique (7g,d) est pourvue, au voisinage de son bord libre, d'un moyen actionneur (10g,d) pour faire varier la longueur de ce bord en réponse à un signal de commande (Sc) ; deux capteurs de pression (4d,4g) situés entre les globes oculaires et le point d'insertion soit des muscles droits externes, soit des muscles droits internes, pour mesurer chacun une pression et à la transformer en un signal de pression ; un comparateur pour comparer lesdits signaux de pression et, s'ils satisfont à une condition prédéterminée, à envoyer un signal de "condition satisfaite" (Scs) à un relais associé (5d,5g) chacun à un implant ; et deux tels relais (5d, 5g) pour envoyer, à la réception d'un tel signal (Scs), un signal de commande (Sc) au moyen actionneur (10) de son implant associé.

Equipement pseudo-accommodatif implanté pour la correction de la presbytie.

La présente invention concerne la correction de la presbytie.

5 Chez le sujet jeune jouissant d'une vision normale, le cristallin se comporte comme une lentille convexe à distance focale variable, et qui adapte sa puissance à la distance de l'objet observé pour que l'image se forme sur la rétine, phénomène connu sous le nom d'accommodation.
10 Ainsi, si l'objet est à l'infini, l'image se forme sur la rétine alors que le cristallin est relativement plat, au repos ; par contre, si l'objet est proche ou très proche, il est nécessaire que le cristallin raccourcisse sa distance focale, en se cambrant, pour que l'image formée de l'objet puisse continuer à se former sur la rétine.
15

Avec l'âge, généralement autour de 45 ans, le cristallin grossit et ne dispose plus de la place qui lui est nécessaire pour pouvoir changer suffisamment de géométrie, pour assurer la mise au point en vision de près.
20 Il est donc nécessaire de lui adjoindre un mode de correction, dont le plus courant est une paire de lunettes pour vision de près, à verres monofocaux, bifocaux, multifocaux ou progressifs.

En outre, le cristallin peut s'opacifier - état que 25 l'on désigne par "cataracte" - au point de nuire gravement à la vision et de devoir être extrait pour rétablir le passage des rayons lumineux. Le patient, ainsi devenu aphake, est équipé, dans la plupart des cas, d'une lentille intraoculaire, dite "implant", pour assurer la formation 30 sur la rétine des images des objets se trouvant à l'infini.

De tels implants intraoculaires comportent une partie optique, assez semblable à une lentille de contact, d'où se projettent des "bras", appelés haptiques, qui servent à fixer l'implant dans l'oeil. Un patient aphake ainsi équipé 35 ne peut plus accommoder du tout et il a besoin d'un équipement en lunettes pour sa vision intermédiaire et de près.

Diverses tentatives ont été faites pour remédier à la perte partielle ou totale de l'accommodation, autrement qu'en ayant recours à des lunettes ou à des lentilles de contact progressives.

5 Ainsi, il a été proposé diverses techniques chirurgicales qui ne sont pas réservées aux personnes aphakes :

10 - pour les patients phakes ou aphakes, la mise en place d'un implant diffractif ou multifocal (pré-irien ou intra-saculaire), visant à remplacer les verres de lunettes progressifs ;

15 - pour les patients aphakes, la mise en place d'un implant intra-saculaire, "articulé" à la jonction entre la partie de l'implant et l'haptique, et devant permettre un léger mouvement de va-et-vient antéro-postérieur ;

- pour les patients phakes, la mise en place de bandes d'expansion sclérales cherchant à redonner au cristallin la place nécessaire à ses changements de forme au cours de l'accommodation ;

20 - pour les personnes phakes, le modelage de la cornée au laser excimer visant à faire voisiner des zones de puissances différentes et ainsi à générer des images nettes et floues selon la distance de l'objet observé, images que le cerveau est chargé respectivement de sélectionner ou de neutraliser.

25 Toutes ces techniques se sont avérées imparfaites, peu satisfaisantes, voire inefficaces pour les raisons suivantes :

30 L'implant multifocal suppose que le cerveau puisse choisir en permanence entre une image nette et une image floue en neutralisant cette dernière, ce qui est, en réalité, très aléatoire. De plus, l'implant ne présente pas d'incrément de puissance couvrant toutes les distances de façon à procurer une vision nette de 30 cm à l'infini.

35 L'implant articulé repose sur la conviction que le système "corps ciliaire - zonule - capsule cristallienne" demeure performant et qu'il va exercer une

pression plus ou moins importante sur les haptiques, induisant une translation sur l'axe antéro-postérieur de l'optique. Les résultats cliniques sont, ici encore, très aléatoires, peu reproductibles et sujets à caution quant à leur durée dans le temps, étant donné l'évolution du système "corps ciliaire - zonule - capsule cristallinienne".

Les bandes d'expansion sclérale ont fait la preuve de leur inefficacité.

Quant au modelage de la cornée au laser qui prétend amener une solution réfractive à un instant "t", il est, par définition, condamné dans le meilleur des cas à devoir être renouvelé. Il suppose, par ailleurs, une plasticité cérébrale.

La présente invention a pour objectif de remédier aux inconvénients des techniques précitées et, pour ce faire, elle repose sur une nouvelle approche du problème de la restauration de la fonction accommodative, tant chez les patients phakes que chez les patients aphakes.

L'invention repose sur le fait que l'accommodation est indissociable de la convergence. Ces deux phénomènes sont liés par une même innervation et constituent le réflexe "accommodation-convergence".

Chez le patient jouissant d'une vision normale, la transformation accommodative du cristallin est déclenchée par la perception, sur la rétine, d'une image floue générée par l'observation d'un objet proche de l'observateur : plus l'objet est proche, plus le cristallin accommode. Dans le même temps, pour voir un tel objet proche, l'observateur doit porter son regard sur lui, et il convergera d'autant plus que l'objet est plus proche.

L'invention exploite cette interrelation accommodation-convergence. Plus précisément, l'invention utilise la convergence comme moyen de commande de la géométrie de la partie optique d'un implant intra-oculaire.

L'état de convergence ne saurait cependant être utilisé directement : l'invention utilise, pour identifier

un état de convergence et un degré de convergence, la pression exercée soit par les muscles droits externes sur les globes oculaires, lorsque les muscles droits internes se contractent, soit la pression exercée sur les globes 5 oculaires par les muscles droits internes contractés.

Plus précisément, à chaque fois qu'un œil tourne vers l'intérieur, c'est sous l'effet de la contraction du muscle droit interne. Au cours du mouvement de rotation, l'insertion du muscle droit externe est projetée vers 10 l'avant, plaquant l'extrémité du corps musculaire et le tendon sur le globe oculaire. Une pression est donc exercée sur le globe oculaire par le muscle droit externe. De même, une pression est exercée sur le globe oculaire par le muscle droit interne.

15 Pour qu'il y ait convergence, il faut que les deux yeux tournent vers l'intérieur et donc, en cas de convergence, une pression est exercée simultanément, sur leur globe oculaire respectif par les deux muscles droits externes, ainsi que par les deux muscles droits internes . 20 C'est la simultanéité de pression côté externe sur les deux globes oculaires, ou la simultanéité de pression côté interne sur lesdits globes, qui est révélatrice de l'état de convergence car une pression, côté interne ou côté externe, constatée au niveau d'un seul des deux yeux 25 traduira non pas une convergence, mais le fait que le patient regarde sur le côté opposé à l'œil en question.

Ainsi, l'invention repose sur un procédé de cambrage temporaire d'une pièce souple approximativement en calotte sphérique, en l'occurrence la partie optique d'un implant intra-oculaire, qui consiste :

à munir ladite pièce souple, au voisinage de son bord libre, d'un moyen actionneur adapté à faire varier la longueur dudit bord libre ;

35 à mesurer une pression en au moins deux points éloignés l'un de l'autre, en l'occurrence entre chacun des muscles droits externes (ou chacun des muscles droits

internes) et le globe oculaire associé, et à convertir chaque pression mesurée en un signal de pression ;

à comparer lesdits signaux de pression en provenance desdits deux points, et

5 s'ils satisfont à une relation prédéterminée, en l'occurrence une simultanéité, à envoyer un signal de commande agissant sur ledit moyen actionneur aux fins de modifier la longueur du bord libre de ladite pièce et, ce faisant, le ou les rayons de courbure de la calotte sphérique.

Dans l'application à la restauration de la fonction accommodative, le procédé selon l'invention consiste à envoyer ledit signal de commande si la comparaison desdits signaux de pression révèle une simultanéité de pression

15 croissante au niveau desdits deux points éloignés (en l'occurrence, état de convergence croissante), auquel cas le signal de commande agit sur ledit moyen actionneur pour réduire le ou les rayons de courbure de ladite calotte sphérique, c'est-à-dire de la partie optique de l'implant

20 intra-oculaire qui réduit ainsi sa distance focale, ou une simultanéité de pression décroissante en lesdits deux points éloignés (en l'occurrence, état de convergence décroissante), auquel cas le signal de commande agit sur ledit moyen actionneur pour augmenter le ou les rayons de courbure de ladite calotte sphérique, c'est-à-dire de la partie optique de l'implant intra-oculaire qui augmente ainsi sa distance focale.

Naturellement, lors d'une phase de pression simultanée stable, le signal de commande maintient stable

30 l'état du moyen actionneur.

L'implant intra-oculaire peut avoir ainsi un comportement qui se rapproche de celui d'un cristallin naturel et normal, de sorte que l'on peut considérer que l'implant intra-oculaire selon l'invention est 35 "pseudo-accommodatif".

Chaque signal de pression est, de préférence, proportionnel à la pression mesurée, de façon à "doser" la

pseudo-accommodation en fonction de l'intensité de la convergence et, en pratique, le signal de commande est proportionnel à la moyenne des deux signaux de pression satisfaisant à la condition prédéterminée.

5 L'invention concerne par conséquent un équipement optique du type comprenant deux implants intraoculaires composés chacun d'une partie optique souple approximativement en calotte sphérique et d'haptiques pour l'immobilisation dudit implant en place, caractérisé en ce
10 qu'il comprend :

deux tels implants dont la partie optique est pourvue, au voisinage de son bord libre, d'un moyen actionneur adapté à faire varier la longueur dudit bord en réponse à un signal de commande ;

15 deux capteurs de pression situés à l'écart l'un de l'autre, en l'occurrence entre l'insertion du muscle droit externe (ou du muscle droit interne) et le globe oculaire, et adaptés à mesurer chacun une pression et à la transformer en un signal de pression ;

20 un comparateur adapté à comparer les signaux de pression générés par les deux capteurs et, s'ils satisfont à une condition prédéterminée, à envoyer un signal de "condition satisfaite" à un relais associé chacun à un implant ; et

25 deux tels relais adaptés chacun à envoyer, à la réception d'un signal de "condition satisfaite", un signal de commande au moyen actionneur de son implant associé.

Le comparateur peut être un moyen distinct des capteurs de pression, mais dans une forme d'exécution
30 préférée, chaque capteur de pression assure à la fois la fonction de dispositif de mesure de la pression au point où il se trouve, la fonction de comparateur de la pression qu'il mesure à la pression mesurée par l'autre capteur de pression et, si la condition est satisfaite, la fonction de
35 transmetteur de signal de "condition satisfaite".

De préférence, les capteurs sont des composants électroniques téléalimentés et assurant la télétransmission

des signaux de mesure de pression et, le cas échéant, des signaux de "condition satisfaite".

De même, le ou lesdits relais sont des composants électroniques téléalimentés et assurant la télétransmission 5 des signaux de commande, sur réception d'un signal de "condition satisfaite".

Dans une forme d'exécution pratique, chaque moyen actionneur peut comprendre un fil de matériau de longueur variable solidarisé à la périphérie du bord libre de la 10 partie optique d'un implant et un dispositif adapté à modifier la longueur dudit fil, ledit dispositif, téléalimenté, étant télécommandé par l'un desdits relais.

L'invention étend, en outre, sa portée à un implant intra-oculaire composé d'une partie optique souple 15 approximativement en calotte sphérique et d'haptiques pour son immobilisation en place, caractérisé en ce qu'il comprend un moyen actionneur comprenant un fil de matériau de longueur variable solidarisé à la périphérie du bord libre de ladite partie optique et d'un dispositif, adapté à 20 modifier la longueur dudit fil, ledit dispositif étant adapté à être téléalimenté et à être télécommandé.

L'invention étend en outre sa portée à un procédé de correction de la presbytie d'un patient au moyen de l'équipement optique tel que défini ci-dessus, qui 25 consiste à mettre en place l'un desdits implants, dans chaque œil du patient, soit dans le sac cristallinien vidé chez le patient aphake, soit en chambre antérieure chez le patient phake, et à insérer un capteur de pression entre chacun des muscles droits externes (ou chacun des muscles 30 droits internes) et le globe oculaire associé.

L'invention sera décrite avec davantage de détails ci-après en se référant aux dessins annexés dans lesquels :

- les figures 1a et 1b représentent schématiquement les deux globes oculaires d'un patient, respectivement, en 35 vision de loin et en vision de près, avec leurs muscles droits et l'emplacement des capteurs de pression, dans une forme d'exécution possible de l'invention ;

- les figures 2a-d illustrent diverses positions des yeux d'un patient, avec en parallèle la traduction en matière de détection de pression ;

5 - la figure 3 est un schéma fonctionnel explicitant le procédé selon l'invention ;

- la figure 4 représente schématiquement un implant intra-oculaire selon l'invention ; et

10 - les figures 5a et 5b représentent, à plus grande échelle, la zone de recouvrement des brins du fil ceinturant la partie optique de l'implant selon l'invention, respectivement, en vision de loin et en vision de près.

Si l'on se reporte à la figure 1a, on voit, les deux globes oculaires 1d et 1g d'un patient avec leurs muscles droits externe et interne respectifs 2de, 2di et 2ge, 2gi, dont aucun n'est contracté, de sorte que les yeux regardent droit devant, en vision de loin.

Pour observer un objet proche, le patient doit converger et, pour ce faire, tourner son œil droit vers la gauche et son œil gauche vers la droite. A cette fin, les muscles droits internes 2di', 2gi' se contractent, contraignant le globe oculaire à tourner, ce qui impose à l'insertion des muscles droits externes 2de', 2ge' de se projeter vers l'avant en plaquant l'extrémité du corps musculaire et le tendon contre leur globe oculaire respectif, comme le montre la figure 1b. Ce faisant, les muscles 2de', 2ge' exercent une pression sur leur globe oculaire, pression qui peut être détectée et quantifiée en plaçant un dispositif approprié dans la zone 3d, 3g sous le tendon d'insertion du muscle.

Les figures 2a-2d mettent en parallèle la position des yeux du patient et la détection ou non de pression.

A la figure 2a, le patient regarde devant lui, comme à la figure 1a. Aucune pression n'est exercée en 3d ou 3g.

35 A la figure 2b, le patient regarde à gauche : une pression est exercée au niveau 3d (figure 1b), mais pas au niveau 3g (figure 1b).

A la figure 2c, le patient regarde à droite : une pression est exercée au niveau 3g (figure 1b), mais pas au niveau 3d (figure 1b).

A la figure 2c, le patient converge : une pression 5 est exercée simultanément au niveau 3g et au niveau 3d. C'est cette simultanéité qui traduit l'état de convergence. En l'absence de simultanéité, le procédé et l'équipement selon l'invention restent inactifs.

La figure 3 illustre le principe du procédé selon 10 l'invention. Il est représenté en 4d et 4g des jauge de contraintes, pouvant être réalisées à partir de capteurs de pression absolus miniatures qui sont insérés, comme indiqué plus haut, en 3d, 3g (voir figures 1a, 1d) sous le tendon d'insertion des muscles droits externes. Il peut s'agir de 15 microstructures millimétriques sur silicium qui sont alimentées sans contact et sans batterie, comme par induction. De tels systèmes comprennent un élément sensible, un convertisseur et un coupleur associé à une antenne secondaire permettant la téléalimentation du 20 système et la télétransmission de la mesure de pression.

Plus précisément, l'élément sensible est une microstructure mécanique se déformant sous l'effet d'une force, en l'occurrence de la pression qu'elle subit, déformation qui provoque la modification de capacités 25 intégrées dans l'ensemble sensible. La valeur électrique des variations de capacités est transformée en signal numérique par le convertisseur et ce signal de pression numérisé est transmis à l'autre jauge de contrainte, et réciprocurement, à des fins de comparaison. Pour ce faire, 30 un champ magnétique externe alimente le convertisseur, via l'antenne secondaire, et les signaux de pression numérisés sont transmis d'une jauge de contrainte à l'autre par le biais d'une modulation dudit champ magnétique.

Les jauge de contrainte 4d et 4g sont ainsi capables 35 de détecter et de quantifier la pression à laquelle elles sont soumises et à se communiquer l'une l'autre leur information de pression.

Par référence aux figures 3a-3d, cette communication peut être inexistante (-/-), auquel cas il ne se passe rien. Elle peut également être unilatérale (+/- ou -/+), auquel cas il ne se passe rien non plus. Ce n'est que lorsqu'elle 5 est mutuelle et simultanée (+/+) que chaque jauge constate que l'on se trouve en état de convergence et envoie un signal de "condition satisfaite" Scs à un relais électronique, respectivement 5d et 5g. Chaque signal de condition satisfaite Scs est proportionnel à la pression 10 mesurée à chaque instant donné par la jauge de contrainte concernée 4d, 4g ou, mieux, proportionnel à la moyenne des pressions mesurées par les deux jauge de contrainte 4d, 4g à chaque instant donné. Il s'ensuit que le signal Scs peut traduire aussi bien un état plus ou moins convergent, selon 15 la distance de l'objet en vision de près, ou de plus en plus convergent, si l'objet se rapproche, qu'un état de moins en moins convergent (retour à la vision de loin).

Chaque relais 5d, 5g envoie un signal de commande, Sc, proportionnel au signal de condition satisfaite Scs, à un actionneur 10d, 10g comprenant un fil en boucle ouverte 20 9a, 9b qui ceinture respectivement la partie optique 7d, 7g d'un implant intra-oculaire droit et d'un implant intra-oculaire gauche, et qui est adapté à modifier les rayons de courbure de ladite partie optique et, par 25 conséquent, la puissance de ladite partie optique, sous l'effet d'un dispositif 11 inclut dans l'actionneur 10.

Le dispositif 11 en question revêt également, de préférence, la forme d'un microsystème opérant sans contact et dépourvu de batterie. Ce microsystème comporte une 30 partie mécanique, comme on le verra plus loin, et un coupleur de type radiofréquence associé à une antenne secondaire permettant la téléalimentation du microsystème et la réception des signaux de commande.

Dans une forme d'exécution de l'invention, les relais 35 électriques 5d et 5g sont intégrés dans une monture de lunettes, comme le sont également des micro-batteries qui alimentent les jauge de contrainte 4d, 4g et les

actionneurs 10d,10g. La monture de lunettes comprend également quatre antennes primaires qui génèrent le champ magnétique nécessaire à l'alimentation des deux jauge de contrainte 4d,4g et des deux actionneurs 10d,10g, ainsi 5 qu'un calculateur permettant de numériser les mesures de pression effectuées par les jauge de contrainte, aux fins de générer un signal Sc, proportionnel auxdites mesures de pression, pour transmission aux actionneurs.

Si l'on en vient à la figure 4, on voit une 10 représentation schématique d'un implant intra-oculaire pseudo-accommodatif selon l'invention. D'une manière connue en soi, l'implant comporte une partie optique 7 et des haptiques 8a,8b. Selon l'invention, la partie optique 7 est ceinturée par un fil de matériau revêtant la forme d'une 15 boucle ouverte refermée sur elle-même par chevauchement de ses brins, et qui est incluse dans une gorge prévue à la périphérie de la partie optique. La longueur de cette ceinture est variable, selon le chevauchement plus ou moins important des brins de la bouche de fil, comme le montrent 20 les figures 5a et 5b. Ainsi, en l'absence d'accommodation, le recouvrement entre les brins 9a,9b est minimal alors qu'en cas d'accommodation, ce recouvrement est d'autant plus marqué que l'accommodation doit être plus forte (autrement dit que le signal de commande Sc traduit une 25 pression plus élevée au niveau des jauge de contrainte 4d,4g). Plus le recouvrement est marqué, plus le périmètre de la partie optique 7 se trouve réduit et plus les deux faces de cette partie optique se bombent, avec une augmentation de puissance correspondante.

30 Pour un implant de 6 mm de diamètre, soit un périmètre de 18,84 mm, une diminution de 1,82 mm du périmètre correspond à une augmentation de 3 dioptries de puissance réfractive (ce qui représente une accommodation sub-maximale, l'accommodation maximale étant de 35 3,5 dioptries).

Pour ce faire, l'un des brins de la boucle se prolonge par l'une des haptiques 8b, celle-ci comportant, à

son extrémité proximale, c'est-à-dire immédiatement voisine de la partie optique 7, un actionneur électrostatique 10 dont la course maximale correspond, à la gamme maximale de variation du périmètre de la ceinture de la partie optique 5. Une antenne secondaire est prévue sur l'haptique 8b pour recevoir les modulations du champ magnétique qui véhiculent le signal de commande Sc agissant sur l'actionneur 10.

L'implant pseudo-accommodatif selon l'invention sera placé soit dans le sac cristallinien vidé de son contenu 10 lors d'une chirurgie de la cataracte (patient aphake), soit en chambre antérieure (c'est-à-dire, devant l'iris) chez le patient phake.

Chirurgicalement, tous les gestes utilisés pour la mise en oeuvre du procédé sont classiques. L'opération de 15 la cataracte est standardisée, de même que la mise en place d'un implant dans le sac capsulaire. L'insertion d'un implant en chambre antérieure chez le sujet phake est également un geste bien codifié. Quant à la mise en place d'une jauge de contrainte sous le muscle droit externe, 20 elle fait appel à la technique chirurgicale de traitement du strabisme.

Il est bien entendu que l'invention n'est pas limitée à la forme d'exécution décrite et représentée. En particulier, au lieu d'être implantés entre le point 25 d'insertion des muscles droits externes et le globe oculaire comme représenté aux figures 1a et 1b, les capteurs de pression pourraient être implantés entre l'insertion des muscles droits internes et le globe oculaire. Par ailleurs, au lieu d'alimenter l'ensemble des 30 composants au moyen d'une batterie placée dans une monture de lunettes, on pourra sans doute, dans un avenir proche, et grâce à la miniaturisation des éléments et l'utilisation de micro-batteries implantées rechargeables, embarquer tout l'équipement nécessaire dans et autour de l'oeil du patient.

REVENDICATIONS

1 - Equipement optique du type comprenant deux implants intraoculaires composés chacun d'une partie 5 optique souple approximativement en calotte sphérique (7) et d'haptiques (8a,8b) pour l'immobilisation dudit implant en place, caractérisé en ce qu'il comprend :

deux tels implants dont la partie optique (7) est pourvue, au voisinage de son bord libre, d'un moyen 10 actionneur (10) adapté à faire varier la longueur dudit bord en réponse à un signal de commande (Sc) ;

deux capteurs de pression (4d,4g) situés à l'écart (3d,3g) l'un de l'autre et adaptés à mesurer chacun une pression et à la transformer en un signal de pression ;

15 un comparateur adapté à comparer les signaux de pression générés par les deux capteurs et, s'ils satisfont à une condition prédéterminée, à envoyer un signal de "condition satisfaite" (Scs) à un relais associé (5d,5g) chacun à un implant ; et

20 deux tels relais (5d,5g) adaptés chacun à envoyer, à la réception d'un signal de "condition satisfaite" (Scs), un signal de commande (Sc) au moyen actionneur (10) de son implant associé.

25 2 - Equipement selon la revendication 1, caractérisé en ce que chaque capteur de pression (4d,4g) assure à la fois la fonction de dispositif de mesure de la pression au point où il se trouve, la fonction de comparateur de la pression qu'il mesure à la pression mesurée par l'autre capteur de pression et, si la condition est satisfaite, la 30 fonction de transmetteur de signal de "condition satisfaite" (Scs).

35 3 - Equipement selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que lesdits capteurs (4d,4g) sont des composants électroniques téléalimentés et assurant la télétransmission des signaux de mesure de pression et, le cas échéant, des signaux de "condition satisfaite" (Scs).

4 - Equipement selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que le ou lesdits relais (5d,5g) sont des composants électroniques téléalimentés et assurant la télétransmission des signaux 5 de commande, sur réception d'un signal de "condition satisfaite".

5 - Equipement selon la revendication 6, caractérisé en ce que chaque moyen actionneur (10) comprend un fil de matériau (9a,9b) de longueur variable solidarisé à la 10 périphérie du bord libre de la partie optique (7) d'un implant et un dispositif (11) adapté à modifier la longueur dudit fil, ledit dispositif (11), téléalimenté, étant télécommandé par l'un desdits relais (5d,5g).

6 - Implant intra-oculaire composé d'une partie 15 optique souple approximativement en calotte sphérique (7) et d'haptiques (8a,8b) pour son immobilisation en place, caractérisé en ce qu'il comprend un moyen actionneur (10) comprenant un fil (9a,9b) de matériau de longueur variable solidarisé à la périphérie du bord libre de ladite partie optique (7) et un dispositif (11), adapté à modifier la longueur dudit fil (9a,9b), ledit dispositif (11) étant adapté à être téléalimenté et à être télécommandé.

7.- Procédé de correction de la presbytie d'un patient au moyen de l'équipement optique selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce qu'il consiste à mettre en place l'un desdits implants, dans chaque œil du patient, soit dans le sac cristallinien 25 vidé chez le patient aphake, soit en chambre antérieure chez le patient phake, et à insérer un capteur de pression 30 entre chacun des muscles droits externes (ou chacun des muscles droits internes) et le globe oculaire associé.

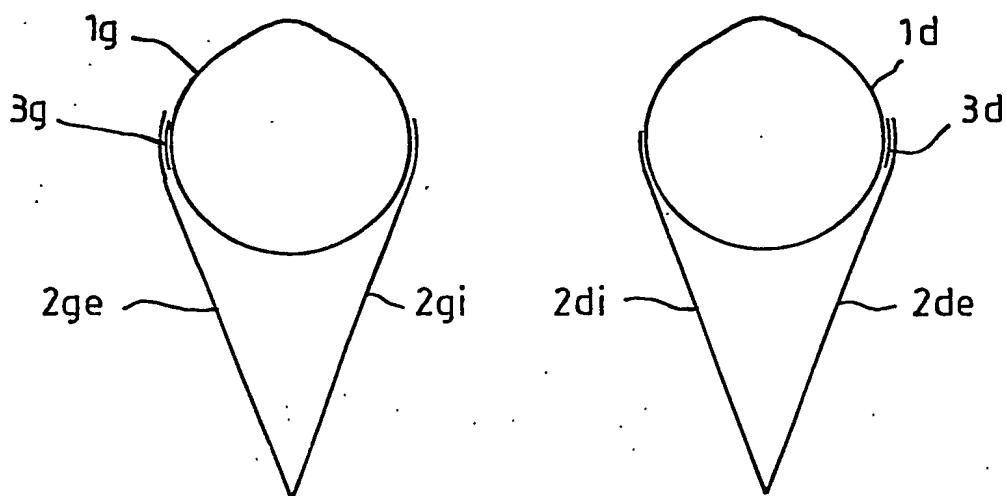


FIG 1a

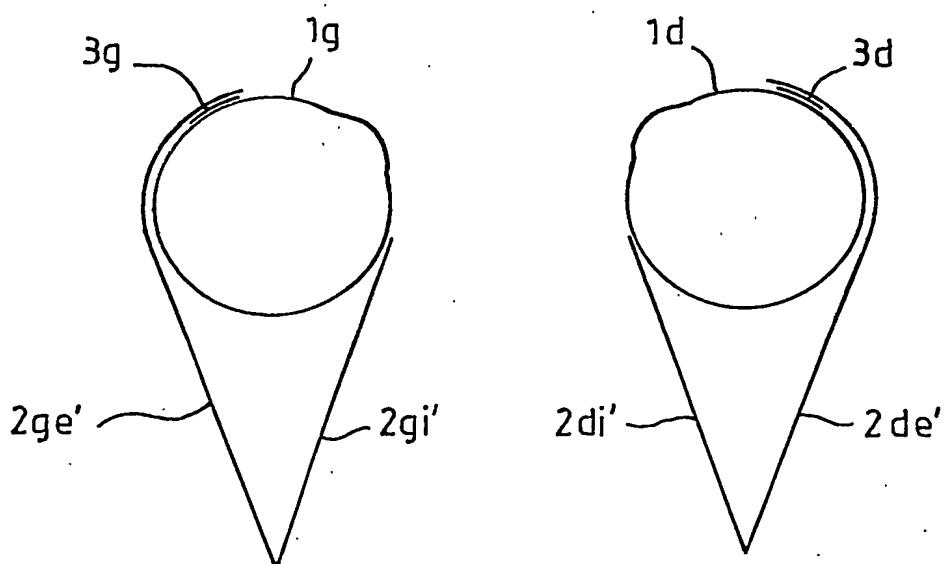


FIG 1b



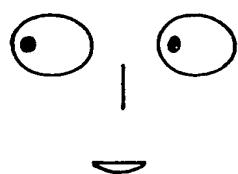
- -

FIG 2a



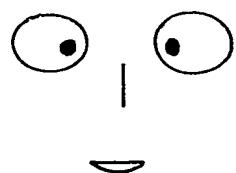
+ → -

FIG 2b



- ← +

FIG 2c



+ ← +

FIG 2d

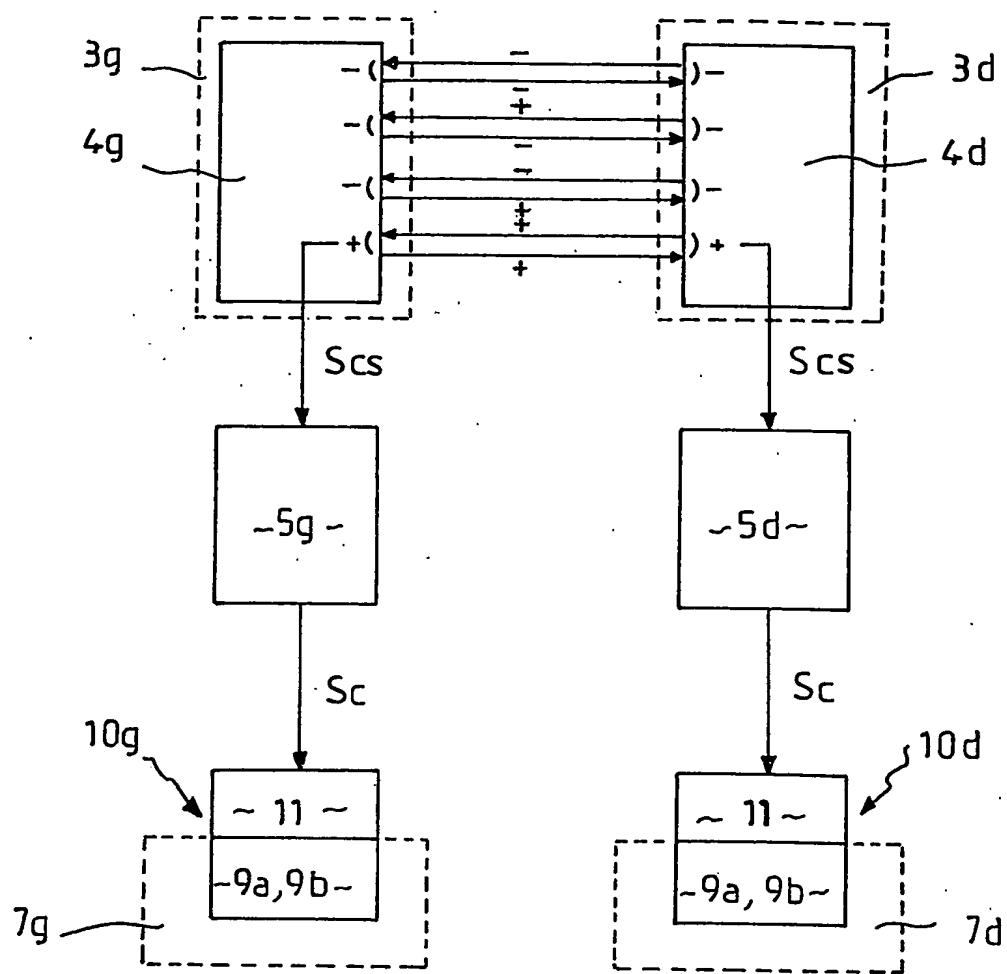


FIG 3

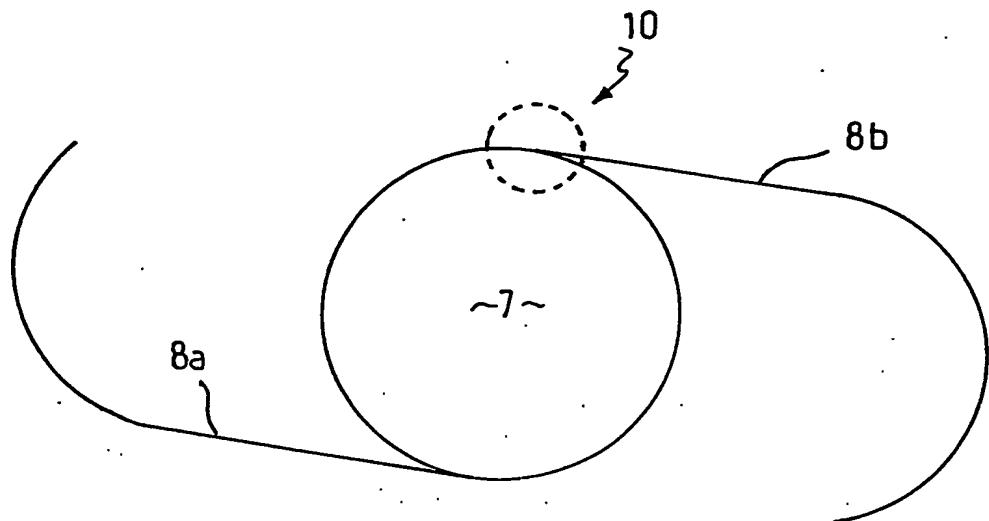


FIG 4

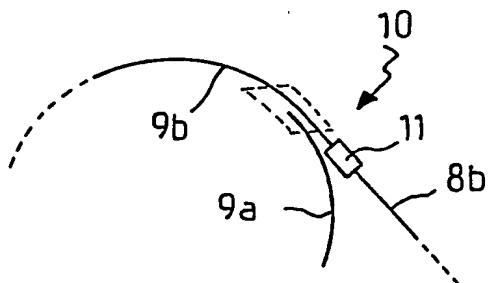


FIG 5a

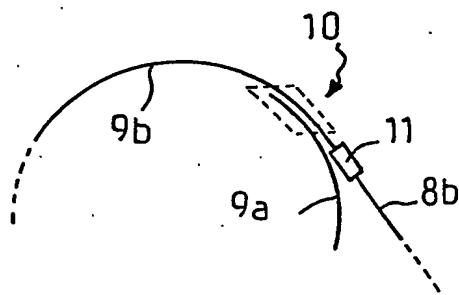


FIG 5b

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/FR 03/01333

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 A61F2/16

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 A61F A61B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 843 188 A (MCDONALD HENRY H) 1 December 1998 (1998-12-01) column 3, line 13 -column 5, line 23 ---	1,6
A	US 6 193 656 B1 (JEFFRIES ROBERT E ET AL) 27 February 2001 (2001-02-27) column 3, line 53 -column 6, line 33 ---	1,6
A	DE 198 58 172 A (DATAMARS SA ;MORCHER GMBH (DE); CAMPUS MICRO TECHNOLOGIES GMBH (DE) 21 June 2000 (2000-06-21) column 3, line 61 -column 5, line 32 ---	1,6
A	US 6 120 538 A (WYATT JR JOHN L ET AL) 19 September 2000 (2000-09-19) figures 1,2 column 3, line 10 -column 4, line 67 ---	1,6
		-/-

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

& document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

9 September 2003

Date of mailing of the international search report

16/09/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Mary, C

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FN 03/01333

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	ZOUBIR HAMICI ET AL: "A HIGH-EFFICIENCY POWER AND DATA TRANSMISSION SYSTEM FOR BIOMEDICAL IMPLANTED ELECTRONIC DEVICES" MEASUREMENT SCIENCE AND TECHNOLOGY, IOP PUBLISHING, BRISTOL, GB, vol. 7, no. 2, 1 February 1996 (1996-02-01), pages 192-201, XP000554762 ISSN: 0957-0233 page 192 -page 201 ----	1,6
A	US 5 005 577 A (FRENKEL RONALD E P) 9 April 1991 (1991-04-09) column 2, line 57 -column 4, line 7 ----	1,6
A	US 4 892 543 A (TURLEY DANA F) 9 January 1990 (1990-01-09) column 2, line 45 -column 5, line 27 ----	1,6
A	WO 84 04449 A (LEVY CHAUNCEY F) 22 November 1984 (1984-11-22) page 2, line 19 -page 3, line 27 -----	1,6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/FR 03/01333

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
US 5843188	A	01-12-1998	US	6096078 A		01-08-2000
US 6193656	B1	27-02-2001	AU WO US	3358300 A 0045693 A2 2002052544 A1		25-08-2000 10-08-2000 02-05-2002
DE 19858172	A	21-06-2000	DE	19858172 A1		21-06-2000
US 6120538	A	19-09-2000	US AU WO	5800530 A 6953196 A 9706751 A1		01-09-1998 12-03-1997 27-02-1997
US 5005577	A	09-04-1991	NONE			
US 4892543	A	09-01-1990	NONE			
WO 8404449	A	22-11-1984	WO EP	8404449 A1 0150174 A1		22-11-1984 07-08-1985

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale No

PCT/FR 03/01333

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE

CIB 7 A61F2/16

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 A61F A61B

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 5 843 188 A (MCDONALD HENRY H) 1 décembre 1998 (1998-12-01) colonne 3, ligne 13 -colonne 5, ligne 23 ---	1,6
A	US 6 193 656 B1 (JEFFRIES ROBERT E ET AL) 27 février 2001 (2001-02-27) colonne 3, ligne 53 -colonne 6, ligne 33 ---	1,6
A	DE 198 58 172 A (DATAMARS SA ;MORCHER GMBH (DE); CAMPUS MICRO TECHNOLOGIES GMBH (DE)) 21 juin 2000 (2000-06-21) colonne 3, ligne 61 -colonne 5, ligne 32 ---	1,6
A	US 6 120 538 A (WYATT JR JOHN L ET AL) 19 septembre 2000 (2000-09-19) figures 1,2 colonne 3, ligne 10 -colonne 4, ligne 67 ---	1,6
		-/-

Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

- *A* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- *E* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- *L* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou clé pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- *O* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- *P* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- *T* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- *X* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- *Y* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- *&* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

9 septembre 2003

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

16/09/2003

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax. (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Mary, C

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale No
PCT/FR 03/01333

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	ZOUBIR HAMICI ET AL: "A HIGH-EFFICIENCY POWER AND DATA TRANSMISSION SYSTEM FOR BIOMEDICAL IMPLANTED ELECTRONIC DEVICES" MEASUREMENT SCIENCE AND TECHNOLOGY, IOP PUBLISHING, BRISTOL, GB, vol. 7, no. 2, 1 février 1996 (1996-02-01), pages 192-201, XP000554762 ISSN: 0957-0233 page 192 -page 201 ---	1,6
A	US 5 005 577 A (FRENKEL RONALD E P) 9 avril 1991 (1991-04-09) colonne 2, ligne 57 -colonne 4, ligne 7 ---	1,6
A	US 4 892 543 A (TURLEY DANA F) 9 janvier 1990 (1990-01-09) colonne 2, ligne 45 -colonne 5, ligne 27 ---	1,6
A	WO 84 04449 A (LEVY CHAUNCEY F) 22 novembre 1984 (1984-11-22) page 2, ligne 19 -page 3, ligne 27 -----	1,6

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALEDemande internationale n°
PCT/FR 03/01333**Cadre I Observations – lorsqu'il a été estimé que certaines revendications ne pouvaient pas faire l'objet d'une recherche (suite du point 1 de la première feuille)**

Conformément à l'article 17.2(a), certaines revendications n'ont pas fait l'objet d'une recherche pour les motifs suivants:

1. Les revendications n°s 7 se rapportent à un objet à l'égard duquel l'administration n'est pas tenue de procéder à la recherche, à savoir:
Règle 39.1(iv) PCT – Méthode de traitement chirurgical du corps humain ou animal
2. Les revendications n°s se rapportent à des parties de la demande internationale qui ne remplissent pas suffisamment les conditions prescrites pour qu'une recherche significative puisse être effectuée, en particulier:
3. Les revendications n°s sont des revendications dépendantes et ne sont pas rédigées conformément aux dispositions de la deuxième et de la troisième phrases de la règle 6.4.a).

Cadre II Observations – lorsqu'il y a absence d'unité de l'invention (suite du point 2 de la première feuille)

L'administration chargée de la recherche internationale a trouvé plusieurs inventions dans la demande internationale, à savoir:

1. Comme toutes les taxes additionnelles ont été payées dans les délais par le déposant, le présent rapport de recherche internationale porte sur toutes les revendications pouvant faire l'objet d'une recherche.
2. Comme toutes les recherches portant sur les revendications qui s'y prêteaient ont pu être effectuées sans effort particulier justifiant une taxe additionnelle, l'administration n'a sollicité le paiement d'aucune taxe de cette nature.
3. Comme une partie seulement des taxes additionnelles demandées a été payée dans les délais par le déposant, le présent rapport de recherche internationale ne porte que sur les revendications pour lesquelles les taxes ont été payées, à savoir les revendications n°s
4. Aucune taxe additionnelle demandée n'a été payée dans les délais par le déposant. En conséquence, le présent rapport de recherche internationale ne porte que sur l'invention mentionnée en premier lieu dans les revendications; elle est couverte par les revendications n°s

Remarque quant à la réserve

- Les taxes additionnelles étaient accompagnées d'une réserve de la part du déposant
- Le paiement des taxes additionnelles n'était assorti d'aucune réserve.

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale No

PCT/FN 03/01333

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication		Membre(s) de la famille de brevet(s)		Date de publication
US 5843188	A	01-12-1998	US	6096078 A		01-08-2000
US 6193656	B1	27-02-2001	AU WO US	3358300 A 0045693 A2 2002052544 A1		25-08-2000 10-08-2000 02-05-2002
DE 19858172	A	21-06-2000	DE	19858172 A1		21-06-2000
US 6120538	A	19-09-2000	US AU WO	5800530 A 6953196 A 9706751 A1		01-09-1998 12-03-1997 27-02-1997
US 5005577	A	09-04-1991	AUCUN			
US 4892543	A	09-01-1990	AUCUN			
WO 8404449	A	22-11-1984	WO EP	8404449 A1 0150174 A1		22-11-1984 07-08-1985

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

OTHER: holes with words

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.